

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juli 2001 (05.07.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/48788 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01J 37/32** S.A. [CH/CH]; 70, avenue Général-Guisan, CH-1009 Pully (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/12770

(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Dezember 2000 (15.12.2000)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 199 63 122.0 24. Dezember 1999 (24.12.1999) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE**

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MOORE, Rodney** [US/DE]; Kastanienweg 2, 64342 Seeheim-Jugenheim (DE). **ESSERS, Wolf** [DE/DE]; Albrecht-Dürer-Strasse 6, 64331 Weiterstadt (DE).

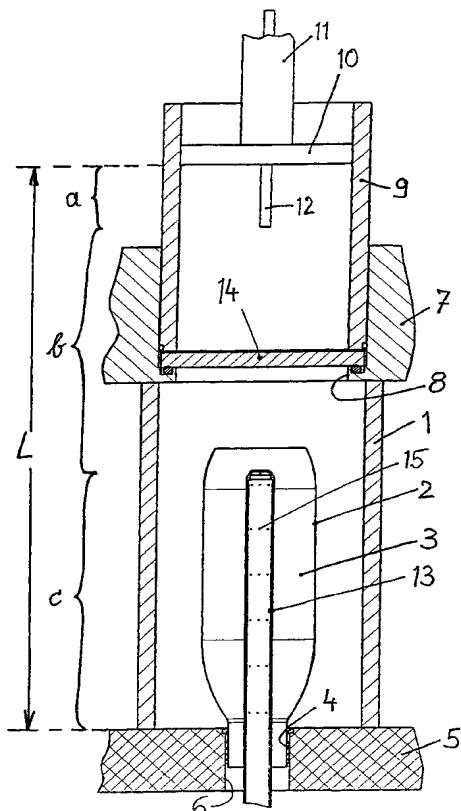
(74) Anwalt: **WEBER - SEIFFERT - LIEKE**; Gustav-Freytag-Strasse 25, Postfach 61 45, 65051 Wiesbaden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CN, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARRANGEMENT FOR COUPLING MICROWAVE ENERGY INTO A TREATMENT CHAMBER

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUM EINKOPPELN VON MIKROWELLENENERGIE IN EINE BEHANDLUNGSKAMMER



(57) Abstract: The invention relates to an arrangement for coupling microwave energy into a plasma CVD coating chamber (3) located in a cavity resonator (1). Said arrangement has a microwave supply part (11) and a microwave guide (9, 1). The invention provides that in order to coat the insides of plastic containers of shapes and sizes that differ to a certain extent, the arrangement has an essentially cylindrical construction as follows: a first coaxial waveguide (in area a) is provided with an inner guide at the rear end, said inner guide being configured as an antenna (12). An approximately cylindrical waveguide (in area b) is connected in the middle and a second coaxial waveguide (1) is provided with an inner guide (13) at the front end (in area c). Gas can be introduced into the second coaxial waveguide (in area c) through a gas supply tube (13). Said gas is excited into a plasma state by the microwave energy that is coupled in and a TM mode is generated in the plasma range (1, c) by the antenna (12).

(57) Zusammenfassung: Eine Anordnung zum Einkoppeln von Mikrowellenenergie in eine in einem Hohlaumresonator (1) befindliche Plasma-CVD-Beschichtungskammer (3) weist eine Mikrowellenzuführung (11) und einen Mikrowellenhohlleiter (9, 1) auf. Damit ein Kunststoffbehälter mit in gewissem Grade unterschiedlicher Gestalt und Größe in seinem Inneren effektiv beschichtet werden kann, wird erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Anordnung einen im Wesentlichen zylindrischen Aufbau derart hat, dass am hinteren Ende ein erster koaxialer Hohlleiter (im Bereich a) mit als Antenne (12) ausgebildetem Innenleiter vorgesehen ist, in der Mitte sich ein etwa zylindrischer Hohlleiter (im Bereich b) anschließt und am vorderen Ende (im Bereich c) ein zweiter koaxialer Hohlleiter (1) mit Innenleiter (13) vorgesehen ist, wobei in den zweiten koaxialen Hohlleiter (im Bereich c) durch ein Gaszuführrohr (13) Gas einföhrbar ist, welches durch die eingekoppelte Mikrowellenenergie in den Plasmazustand aktivierbar ist, und wobei durch die Antenne (12) im Plasmabereich (1, c) eine TM-Mode erzeugt wird.

WO 01/48788 A1



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Anordnung zum Einkoppeln von Mikrowellenenergie
in eine Behandlungskammer

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Einkoppeln von Mikrowellenenergie in eine in einem Hohlraumresonator befindliche Behandlungskammer, insbesondere eine Plasma-CVD-Beschichtungskammer, mit einer Mikrowellenzuführung und mit einem Mikrowellenhohlleiter.

Bekannt sind Vorrichtungen zur Erzeugung eines Plasmas, welches zum Beispiel der Beschichtung, Reinigung, Modifizierung und Ätzung von Substraten, aber auch zur Behandlung von medizinischen Implantaten dient. Es werden Werkstücke unterschiedlichster Formen beschichtet. Bekannte Vorrichtungen zur Erzeugung von Plasma besitzen einen ringförmigen Resonator, welchem Mikrowellen über Hohlleiter und Koaxialkabel zugeleitet werden.

Bekannt ist auch die Beschichtung von Kraftfahrzeugtanks, wobei in der Außenwand des Hohlraumresonators vier oder mehr Mikrowellenquellen in Form von Magnetrons angeordnet sind, um ein zuvor in den Tank eingeleitetes Gas mit Hilfe der eingekoppelten Mikrowellenenergie in den Plasmazustand zu aktivieren. Für einen Tank werden mindestens vier Magnetrons benötigt, und wenn mehrere Behälter gleichzeitig mit einer Innenbeschichtung versehen werden sollen, wächst die Anzahl der Magnetrons mit ihren Stromversorgungseinheiten zu einer wirtschaftlich nicht vertretbar hohen Anzahl an. Außerdem hat man festgestellt, daß die Verluste und Reflexionen der eingekoppelten Mikrowellenenergie je nach Größe und Gestalt des zu beschichtenden Behälters in einem solchen Maße unterschiedlich sind, daß für eine bestimmte Gestalt eine Anpassung erfolgen muß, welche dann für die nächste andere Gestalt nicht mehr zufriedenstellende Ergebnisse bringt. Es stellen sich andere Lasten, Verluste und Reflexionen ein, so daß für jede Art Behälter eine mehr oder weniger langwierige Anpassung und Abstimmung erforderlich werden. Man hat auch schon den Reflexionsfaktor der Mikrowellenleistung in Abhängigkeit von der Länge der Zuleitung zu einer Mikrowellenreaktionskammer untersucht, um eine optimale Abstimmung für bestimmte Frequenzen zu erreichen. Man hat eine Änderung des Verlaufes der Reflexion in Abhängigkeit von der Länge einer Zuleitung durch Einbringen unterschiedlicher Absorber in Mikrowellenhohlleiter erreicht, wobei jedoch immer eine Empfindlichkeit gegenüber Fehlanpassung infolge von Geometrieänderungen zu beobachten ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Anordnung zum Einkoppeln von Mikrowellenenergie der eingangs genannten Art so auszustalten, daß Kunststoffbehälter mit in gewissem Grade unterschiedlicher Gestalt und Größe innen effektiv beschichtet werden können. Es soll mit anderen Worten nicht für geringe Größenabweichungen und jede unterschiedliche Gestalt von Behälter eine andere Einkopplungsanordnung oder wenigstens eine Anpassung vorgesehen werden, die Umrüstarbeiten erfordert.

Für ein Magnetron, welches bei fester Frequenz Mikrowellenenergie erzeugt, soll der Reflexionsfaktor der Leistung in Abhängigkeit von der effektiven Länge des Hohlleiters, die eine Funktion der Behälterdimensionen ist, nicht zu scharf abfallen, um neben dem Minimalwert entsprechend stark wieder anzusteigen, sondern das Verhalten dieser Kurve soll einen gleichmäßigeren Effekt zeigen.

Überraschenderweise hat man die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Anordnung einen im wesentlichen zylindrischen Aufbau derart hat, daß am hinteren Ende ein erster koaxialer Hohlleiter mit als Antenne ausgebildetem Innenleiter vorgesehen ist, in der Mitte der Anordnung sich ein etwa zylindrischer Hohlleiter anschließt und am vorderen Ende ein zweiter koaxialer Hohlleiter mit Innenleiter vorgesehen ist, wobei in den zweiten koaxialen Hohlleiter durch ein Gaszuführrohr Gas einföhrbar ist, welches durch die eingekoppelte Mikrowellenenergie in den Plasmazustand aktivierbar ist, und wobei durch die Antenne im Plasmabereich eine TM-Mode erzeugt wird. Durch diese Maßnahmen erhält man einen etwas mäßigeren Reflexionsfaktorabfall der Leistung in Abhängigkeit von der Geometrie des Behälters mit der Folge, daß auch Behälter ungleicher Volumina und ungleicher Gestaltung doch immer noch effektiv behandelt werden können, weil genügend Mikrowellenleistung für das Zünden und Aufrechterhalten des Plasmas zur Verfügung steht, d.h. die reflektierte Leistung gering ist. Bedarf für eine komplette neue Anpassung gibt es erst dann, wenn das Volumen der behandelten Behälter sich um den Faktor zwei oder mehr verändert und entsprechend auch die Gestalt des einen Behälters gegenüber dem anderen sehr drastisch verändert ist. Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen kann man ohne Umrüstarbeiten unterschiedliche Behälter ähnlicher Form und Größe mit ausreichendem Wirkungsgrad behandeln.

Zu den guten Behandlungsergebnissen trägt nicht nur die im wesentlichen zylindrische Form des Hohlraumresonators bei, sondern die Vermeidung von Fehlanpassungen und die Einkopplung der Mikrowellenleistung mit gutem Wirkungsgrad gelingt auch durch die Hintereinanderanordnung der drei elektrisch unterschiedlichen Hohlleiterabschnitte, wobei der erste Hohlleiter ein koaxialer Leiter ist, der zweite ein zylindrischer Hohlleiter (in der Mitte) ist und der vordere Leiter wieder ein zweiter koaxialer Hohlleiter ist. Der große Vorteil der Anordnung dieser drei Abschnit-

te ist auch die Möglichkeit einer Abtrennung bzw. Abdichtung des einen Abschnittes gegenüber dem anderen. Ferner hat sich durch die Trennung dieser funktionsmäßig unterschiedlichen Abschnitte eine besondere Effektivität für das Einkoppeln der Mikrowellenleistung ergeben.

Besonders vorteilhaft ist es erfindungsgemäß ferner, wenn die Antenne des ersten koaxialen Hohlleiters Stabform hat und die Länge der Stabantenne zwischen 40 mm und 100 mm liegt. Man kann mit einer solchen Stabantenne (ebenso gut wie mit den nachfolgend beschriebenen anderen Ausführungsformen der Antennen) eine TM-Mode erreichen, d.h. transversalmagnetische Feldlinien in den drei Abschnitten der Anordnung, wobei insbesondere im Plasmabereich die Erzeugung der TM-Mode möglich ist. Die erfindungsgemäße Anordnung arbeitet auch gut mit einer Stabantenne, deren Länge zwischen 50 und 60 mm liegt. Die Stabantenne kann aus Kupfer hergestellt sein und einen Außendurchmesser von etwa 8 mm haben. Es funktionieren aber auch Außendurchmesser aus dem Größenbereich von 2 mm bis 10 mm gut.

Günstig ist es gemäß der Erfindung ferner, wenn entsprechend einer alternativen Ausführungsform die Antenne des ersten koaxialen Hohlleiters die Form einer konischen Spirale hat und die Länge der Spiralantenne zwischen 50 und 70 mm liegt. Die sogenannte archimedische Spirale ist bekannt. Sie wird in Polarkoordinaten durch die Gleichung $r = \alpha \times \varphi$ dargestellt. Dieser archimedischen Spirale entspricht im Raum die konische Spirale. Sie ist die Bahnkurve eines Punktes, der sich auf einer mit konstanter Winkelgeschwindigkeit um eine Kegelachse drehenden Mantellinie mit konstanter Geschwindigkeit bewegt. Auch die Spiralantenne sollte zweckmäßigigerweise aus Kupfer hergestellt sein mit einem Durchmesser von besonders bevorzugt etwa 3,5 mm. Es haben sich Spiralantennen mit sechs Windungen als sehr günstig erwiesen. Diese hatten eine Länge von etwa 60 mm. Aber auch Versuche mit Spiralantennen mit einer Länge zwischen 50 und 70 mm und mit 5 bis 7 Windungen arbeiteten zufriedenstellend. Als Durchmesserbereich kann man 2 bis 5 mm angeben. Betrachtet man die Kegelstumpfform der Spiralantenne, dann liegt der große Durchmesser an dem sogenannten hinteren Ende, also von dem Gaszuführrohr abliegend, während das Ende mit dem kleinen Durchmesser dem Ende des Gaszuführrohres zugewandt ist. Der größere hintere Durchmesser liegt im Größenbereich von 35 bis 50 mm und beträgt vorzugsweise 42 mm. Der kleinere Durchmesser vorn an der Spirale liegt im Bereich von 15 bis 30 mm und beträgt bei der bevorzugten Ausführungsform etwa 22 mm.

Anstelle einer Spiralantenne in Form eines hohlen Kegelstumpfes kann man sich aber auch, von außen gesehen, Stufenform vorstellen mit einem Durchmesser der hinteren drei Windungen von 35 bis 50 mm und vorzugsweise 42 mm. Der Durchmesser der vorderen drei Windungen liegt dann zweckmäßigerweise im Größenbereich von 15 bis 30 mm und beträgt vorzugsweise 22 mm.

Man kann anstelle einer konischen Spirale auch eine „Zylinderspirale“ wählen, bei der zum Beispiel alle sechs Windungen der Antenne auf einem Kreisumfang mit dem Durchmesser von etwa 35 bis 50 mm und bevorzugt 42 mm laufen. Zwar handelt es sich sowohl bei der Stufenform als auch bei der Zylindermantelform nicht um eine konische Spirale im echten geometrischen Sinne, die Spiralantenne funktioniert aber auch außerhalb der Formen mit den exakten geometrischen Definitionen.

Zweckmäßig ist die Erfindung weiter dadurch ausgestaltet, daß der Innenleiter des zweiten koaxialen Hohlleiters als Gaszuführrohr ausgebildet und aus Metall hergestellt ist, welches von dem zu beschichtenden Kunststoffbehälter umgeben ist, und daß der in der Behälterträgerplatte gehaltene Behälter die Behandlungskammer bildet. Diese Ausführungsform von Einkoppelanordnung ist besonders bei der Innenbeschichtung von Kunststoffbehältern mittels Plasma nützlich. Das Plasma wird (unter anderem) durch ein eingeführtes Gas gebildet, welches schnell und effektiv über das beschriebene Gaszuführrohr in das Innere des Behälters gelangt. Dieses Gaszuführrohr aus Metall stellt den Innenleiter des zweiten koaxialen Hohlleiters am vorderen Ende der Anordnung dar. Das Gaszuführrohr ragt in den zu beschichtenden Behälter hinein, zum Beispiel eine Kunststoffflasche aus PET, von der das Gaszuführrohr umgeben ist. Dadurch bildet der Behälter die eigentliche Behandlungskammer. Entsprechende Leitungen erlauben die Einstellung eines gewünschten Unterdruckes in der Behandlungskammer, d.h. in den zu beschichtenden Behältern. Außerhalb der Behandlungskammer, aber noch innerhalb des Hohlraumresonators, können andere Drücke vorgesehen sein.

Wenn es sich bei diesen anderen Drücken wiederum um gegenüber Atmosphärendruck geringere, nämlich Unterdrücke handelt, ist es zweckmäßig, wenn erfindungsgemäß bei weiterer Ausgestaltung in dem sich in der Mitte der Anordnung befindenden zylindrischen Hohlleiter ein Quarzfenster angebracht ist, das sich quer zu der Längsachse der Anordnung erstreckt. Diese Längsachse verläuft etwa in Linie vom Gaszuführrohr zur Antenne bzw. umgekehrt, und das Quarzfenster ist eine Platte, welche durch Mikrowellen wie ein Fenster durchdrungen werden kann. Die Quarzscheibe erlaubt eine gasdichte Trennung zwischen dem einen Hohlleiter und dem anderen und erlaubt auch die Trennung eines Hohlleiterabschnittes in zwei unterschiedliche Bereiche. Dadurch ist es möglich, den einen Bereich zu evakuieren, zum Beispiel den Bereich des zweiten koaxialen Hohlleiters, und den Bereich mit der Antenne unter Atmosphärendruck zu halten.

Es hat sich weiterhin als günstig erwiesen, wenn die Spiralantenne mittels Reibeingriff lösbar in einer hülsenförmigen Aufnahme befestigt ist. Versuche haben gezeigt, daß eine normalerweise

für gut erachtete Lötverbindung zur optimalen Einkopplung der Mikrowellenenergie ungeeignet ist. Vielmehr ist zweckmäßig, wenn das hintere Ende der Spiralantenne, welches sich in Richtung der Längsachse der Anordnung erstreckt, leicht gebogen in eine hülsenförmige Aufnahme hineingesteckt und dort festgeklemmt wird, die ebenfalls in Richtung der Längsachse der Anordnung verläuft.

Weitere Vorteile, Anwendungen und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den folgenden Ausführungsformen in der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den anliegenden Zeichnungen. In diesen zeigen:

- Figur 1 eine teilweise abgebrochene und schematisierte Querschnittsansicht durch eine Einkoppelanordnung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 2 eine teilweise abgebrochene, konkrete Ausführungsform mit Stabantenne und mehreren, nebeneinander angeordneten, innen zu beschichtenden Behältern,
- Figur 3 eine ähnliche Ansicht wie Figur 1, wobei jedoch eine Spiralantenne verwendet wird, und
- Figur 4 vergrößert die Spiralantenne mit der hülsenförmigen Aufnahme für dieselbe.

In Figur 1 und ähnlich in Figur 3 befindet sich in einem Hohlraumresonator 1 ein als Kunststoffflasche ausgestalteter Behälter 2. Durch diesen wird die Behandlungskammer 3 gebildet, die sich also im Inneren des Behälters 2 befindet. Der Behälter 2 ist nur an seinem vorderen unteren Ende über den Flaschenhals 4 offen. Oben und hinten ist er ebenso geschlossen wie an den Seiten. Der Behälter 2 wird über seinen Flaschenhals 4 von der Behälterträgerplatte 5 gehalten. Wenn mehrere Einheiten, wie sie bei den schematisierten Darstellungen in den Figuren 1 und 3 gezeigt sind, vorgesehen sind, wie zum Beispiel bei der Ausführungsform der Figur 2, dann sind entsprechend viele Löcher 6 in der Behälterträgerplatte 5 nebeneinander für die Aufnahme der Flaschenhälse 4 vorgesehen.

Nach oben hinten ist im Abstand vom Behälterboden etwa horizontal eine Trennwand 7 an dem Hohlraumresonator 1 befestigt. In Richtung der Längsachse der Anordnung, die in den Figuren hier nicht gezeigt und bezeichnet ist, aber von der Mitte des Loches 6 in der Behälterträgerplatte 5 vertikal nach oben senkrecht zu der Fläche der Behälterträgerplatte 5 verläuft, befindet sich in der Trennwand 7 über jedem Behälter 2 ein Loch 8 zur Aufnahme eines zylindermantelförmigen Gehäuses 9, welche nach hinten oben durch einen Gehäuseboden 10 abgedichtet ist.

Etwa in der Mitte des Gehäusebodens 10 ist eine Mikrowellenzuführung 11 befestigt, die nach oben und hinten sowie nach außerhalb des Gehäuses 9 ragt. Diese Mikrowellenzuführung 11 ist

typischerweise ein Koaxialkabel oder ein koaxialer Wellenleiter und speist eine mit 12 bezeichnete Antenne, die bei den Ausführungsformen nach den Figuren 1 und 2 Stabform hat und daher als Stabantenne bezeichnet wird. Bei der Ausführungsform der Figuren 3 und 4 hat die Antenne 12 die Form einer konischen Spirale, wird aber ebenfalls mit 12 bezeichnet. Durch diese Antenne wird die Mikrowellenenergie in das Gehäuse 9, den Hohlraumresonator 1 und in die bei diesen Ausführungsformen hier als Beschichtungskammer 3 ausgebildete Behandlungskammer 3 eingekoppelt. Insgesamt erstreckt sich der Raum mit den Hohlleitern von vorn nach hinten (in den Figuren von unten nach oben) von der inneren Oberfläche der Behälterträgerplatte 5 bis zu der inneren Oberfläche des Gehäusebodens 10. Dieser mit Mikrowellen beaufschlagte Raum hat die Gesamtlänge L. Die Anordnung dieses im wesentlichen zylindrischen Aufbaues ist in der Art, daß man elektrisch gesehen am hinteren Ende, in den Zeichnungen 1 bis 3 also oben, in dem Bereich a einen ersten koaxialen Hohlleiter hat, der einen als Antenne 12 ausgebildeten Innenleiter besitzt. Dieser endet am vorderen Ende des Bereiches a. In der Mitte schließt sich ein etwa zylindrischer Hohlleiter im Bereich b an, der keinen Innenleiter hat, und am vorderen Ende (in den Figuren nach unten zugewandt) ist im Bereich c ein zweiter koaxialer Hohlleiter vorgesehen. Letzterer hat einen als Gaszuführrohr 13 ausgestalteten Innenleiter.

Am vorderen unteren Ende des zylindermantelförmigen Gehäuses 9 ist – noch in der Trennwand 7 angeordnet – ein Quarzfenster 14 befestigt, durch welches der Raum in dem Hohlraumresonator 1 von dem im Gehäuse 9 gasdicht derart abtrennbar ist, daß im Gehäuse 9 der Druck der enthaltenen Gase anders sein kann als in dem Hohlraumresonator 1.

In letzteren kann ein Gasgemisch durch das Gaszuführrohr 13 von vorn und unten entsprechend den in Figur 2 unten gezeigten gebogenen Pfeilen eingeführt werden.

Ohne den Behälter 2 kann das Plasma in dem Hohlraumresonator 1 durch Einwirken der Mikrowellenenergie auf das Gasgemisch erzeugt und aktiviert werden und danach gegebenenfalls in andere Räume weitergeblasen werden.

Bei der hier gezeigten Ausführungsform ist jedoch der Behälter 2 über den Hals seiner Öffnung in der Behälterträgerplatte dichtend derart eingesetzt, daß das Gas für die Plasmabildung nach Austreten aus den Löchern 15 ganz innerhalb des Volumens des Behälters 2 verbleibt, wie anschaulich in Figur 2 gezeichnet ist. Der sogenannte Plasmabereich liegt dann im wesentlichen innerhalb des vorderen unteren Bereiches c in dem Hohlraumresonator 1.

Unabhängig von der körperlichen Ausgestaltung des zylindermantelförmigen Gehäuses 9 einerseits, dem sich nach vorn unten der Hohlraumresonator 1 andererseits anschließt, wird die Län-

ge des am hinteren Ende befindlichen ersten koaxialen Hohlleiters (im Bereich a) durch die Länge der Antenne 12 definiert. Im Bereich b, wo der zylindrische Hohlleiter keinen Innenleiter hat, ist der im wesentlichen zylinderförmige Raum, auch wenn er durch unterschiedliche Gehäuseteile gebildet ist, die gegebenenfalls unterschiedlichen Durchmesser haben können, durch den Abstand der Antenne 12 einerseits und des freien inneren Endes des Gaszuführrohres 13 andererseits bestimmt. Schließlich ist am vorderen Ende im Bereich c der zweite koaxiale Hohlleiter durch die Länge seines Innenleiters bestimmt, also durch die Länge des Gaszuführrohres 13. Dessen Länge wird von der inneren Oberfläche der Behälterträgerplatte 5 bis zum oberen, hinteren, inneren Ende des Gaszuführrohres 13 gemessen.

Die Stabantenne nach den Figuren 1 und 2 hat eine Länge von 55 mm und besteht aus einem Kupferdraht mit einem Außendurchmesser von 8 mm.

Bei der Ausführungsform der Figur 2 werden Einkoppelanordnungen für die Behandlung einer Vielzahl von Kunststoffflaschen gezeigt. Die rechte Anordnung ist nur von außen zu sehen, während die linke Anordnung aufgeschnitten ist. Bei jeder Einheit werden die Mikrowellen durch die Antenne 12 über das Gehäuse 9 in den Hohlraumresonator 1 gekoppelt. Die Antenne 12 verläuft längs der Längsmittelachse, welche sich durch die gesamte Anordnung von vorn nach hinten, in Figur 2 also von unten nach oben, erstreckt. Die Antenne 12 befindet sich in dem Gehäuse 9 außerhalb der Vakuumkammer, welche um die Zylinder des Hohlraumresonators 1 herum angeordnet zu denken ist. Das Quarzfenster 14 schließt den Hohlraumresonator 1 nach oben ab, während die Behälterträgerplatte 5 den Abschluß nach unten vorn bildet.

Zur Speisung der zu beschichtenden Kunststoffflaschen mit Prozeßgas und zu ihrer Evakuierung gibt es zwei übereinanderliegende Räume, welche sich über die ganze Fläche einer Matrix oder einer Reihe von Flaschenvorrichtungen erstrecken, von denen in Figur 2 zwei Stück gezeigt sind. Zur Positionierung der Gaszuführrohre 13, für den Anschluß der flaschenförmigen Behälter 2 an Prozeßgas und Vakuum und zum Schließen des Hohlraumresonators 1 werden die Behälter, welche auf der gemeinsamen Behälterträgerplatte 5 positioniert sind, relativ zu einem Doppelraum 16/17 bewegt. Das Gaszuführrohr 13 jeder Einheit ist mit dem unteren Plenum oder Raum 16, dem Gasraum, verbunden. In diesen wird Prozeßgas durch mindestens eine Gaszuführleitung 18 zugeführt. Eingangsseitig weist jedes Gaszuführrohr 13 eine als Stellklappe oder Blende ausgestaltete Drossel 19 auf, durch welche der Fluß des Prozeßgases in den Behälter 2 hinein einstellbar ist.

Der Hals jeder zu behandelnden Flasche 2 (Behälter 2) ist mit dem oberen Plenum 17, einem Vakuumraum, verbunden. Dieser wird über eine Vakuumleitung 20 evakuiert, um in dem jeweiligen Behälter 2 einen reduzierten Druck zu erzeugen und auch aufrecht zu erhalten.

Nach der Plasmabehandlung werden die Behälterträgerplatte 5 mit den Behältern 2 und der Doppelraum 16/17 (unteres Plenum 16 und oberes Plenum 17) voneinander getrennt, und dann können die flaschenförmigen Behälter 2 entfernt werden.

Die zweite Ausführungsform nach Figur 3 ist bis auf eine Ausnahme mit allen Teilen und Aufbauten der Ausführungsform der Figur 1 identisch. Die Ausnahme ist die Gestalt der Antenne 12. Diese hat gemäß den Figuren 3 und 4 die Form einer konischen Spirale. An dem Behälterboden 10 ist eine in den Raum des Gehäuses 9 hervorstehende hülsenförmige Aufnahme 21 befestigt, in welche das hintere, obere Ende 22 der Spiralantenne 12 durch Reibeingriff befestigt ist. Man sieht in Figur 4, wie dieses obere Ende 22 der Spiralantenne 12 gekrümmmt ist, so daß ein Reibeingriff in der Aufnahme 21 ermöglicht wird, wenngleich der Außendurchmesser des oberen Endes 22 der Spiralantenne 12 kleiner ist als der Innendurchmesser der Sackbohrung in der Aufnahme 21.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung der Spiralantenne 12 beträgt der Abstand zwischen der vorderen unteren Oberfläche des Gehäusebodens 10 einerseits und der obersten ersten Windung der Spiralantenne 12 andererseits 50 mm. Der Durchmesser der obersten hinteren, größten Windung beträgt ebenfalls 50 mm, während die Länge der Spiralantenne 12 in Richtung der Längsachse der gesamten Anordnung 60 mm beträgt. Der Durchmesser der kleinsten Windung am vordersten untersten Ende der Spiralantenne 12 beträgt 22 mm.

Bezugszeichenliste:

- 1 Hohlraumresonator
- 2 Behälter
- 3 Behandlungskammer
- 4 Hals des Behälters
- 5 Behälterträgerplatte
- 6 Loch in Behälterträgerplatte
- 7 Trennwand
- 8 Loch in der Trennwand
- 9 zylindermantelförmiges Gehäuse
- 10 Gehäuseboden
- 11 Mikrowellenzuführung
- 12 Antenne
- 13 Gaszuführrohr
- 14 Quarzfenster
- 15 Löcher im Gaszuführrohr
- 16/17 Doppelraum
- 16 unteres Plenum
- 17 oberes Plenum
- 18 Gaszuführleitung
- 19 Drossel
- 20 Vakuumleitung
- 21 Aufnahme
- 22 oberes Ende der Spiralantenne

Patentansprüche

1. Anordnung zum Einkoppeln von Mikrowellenenergie in eine in einem Hohlraumresonator (1) befindliche Behandlungskammer (3), insbesondere eine Plasma-CVD-Beschichtungskammer (3), mit einer Mikrowellenzuführung (11) und einem Mikrowellenhohlleiter (9, 1), **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anordnung einen im wesentlichen zylindrischen Aufbau derart hat, daß am hinteren Ende ein erster koaxialer Hohlleiter (im Bereich a) mit als Antenne (12) ausgebildetem Innenleiter vorgesehen ist, in der Mitte sich ein etwa zylindrischer Hohlleiter (im Bereich b) anschließt und am vorderen Ende (im Bereich c) ein zweiter koaxialer Hohlleiter (1) mit Innenleiter (13) vorgesehen ist, wobei in den zweiten koaxialen Hohlleiter (im Bereich c) durch ein Gaszuführrohr (13) Gas einföhrbar ist, welches durch die eingekoppelte Mikrowellenenergie in den Plasmazustand aktivierbar ist, und wobei durch die Antenne (12) im Plasmabereich (1, c) eine TM-Mode erzeugt wird.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antenne (12) des ersten koaxialen Hohlleiters (im Bereich a) Stabform hat und die Länge der Stabantenne (12) zwischen 40 mm und 100 mm liegt.
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Antenne (12) des ersten koaxialen Hohlleiters (im Bereich a) die Form einer konischen Spirale (Figur 4) hat und die Länge der Spiralantenne (12) zwischen 50 mm und 70 mm liegt.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenleiter (13) des zweiten koaxialen Leiters (im Bereich c) als Gaszuführrohr (13) ausgebildet und aus Metall hergestellt ist, welches von dem zu beschichtenden Kunststoffbehälter (2) umgeben ist, und daß der in der Behälterträgerplatte (5) gehaltene Behälter (2) die Behandlungskammer (2) bildet.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den sich in der Mitte der Anordnung befindenden zylindrischen Hohlleiter (im Bereich b) ein Quarzfenster (14) angebracht ist, das sich quer zu der Längsachse der Anordnung erstreckt.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiralantenne (12) mittels Reibeingriff lösbar in einer hülsenförmigen Aufnahme (21) befestigt ist.

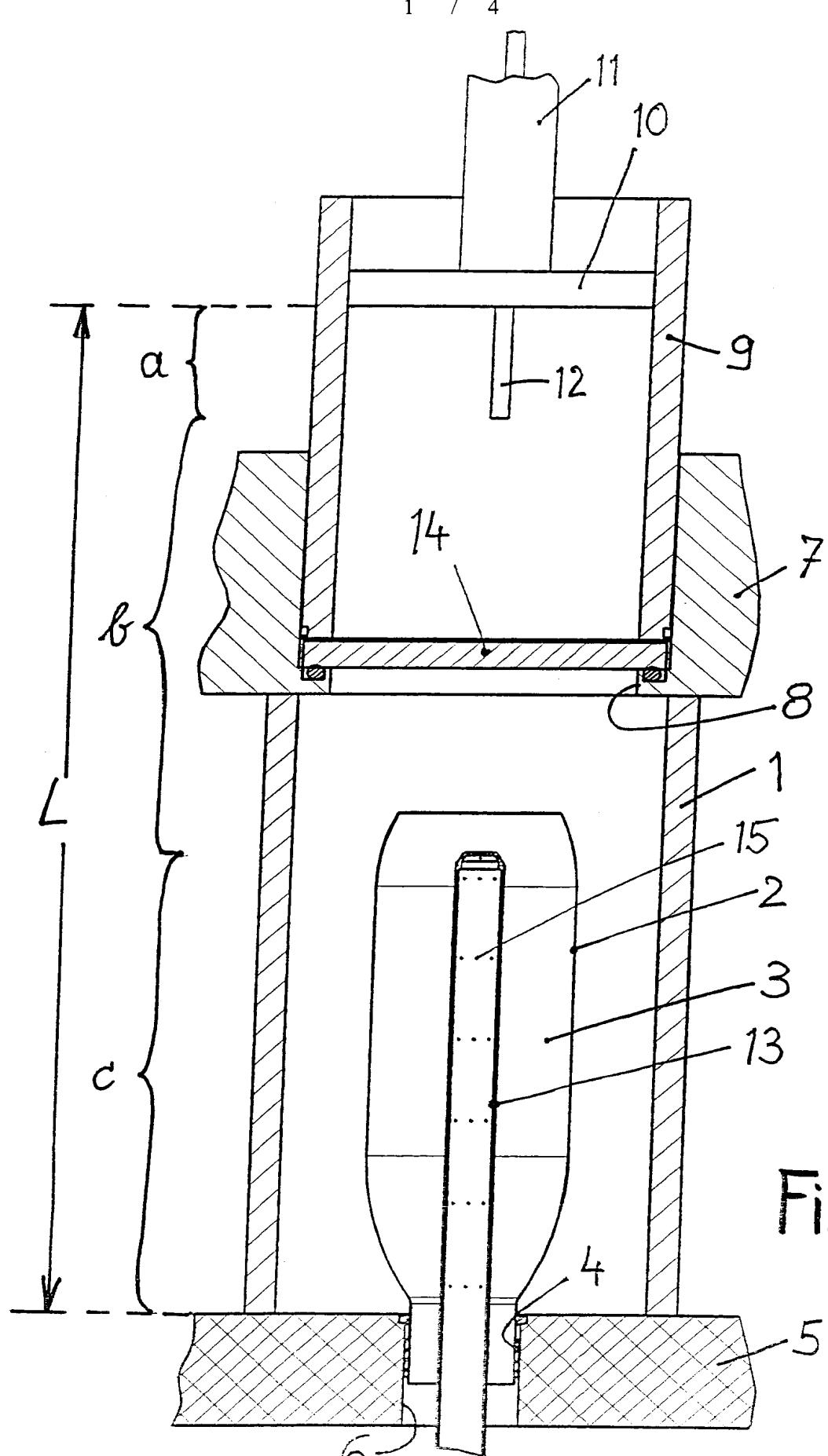


Fig. 1

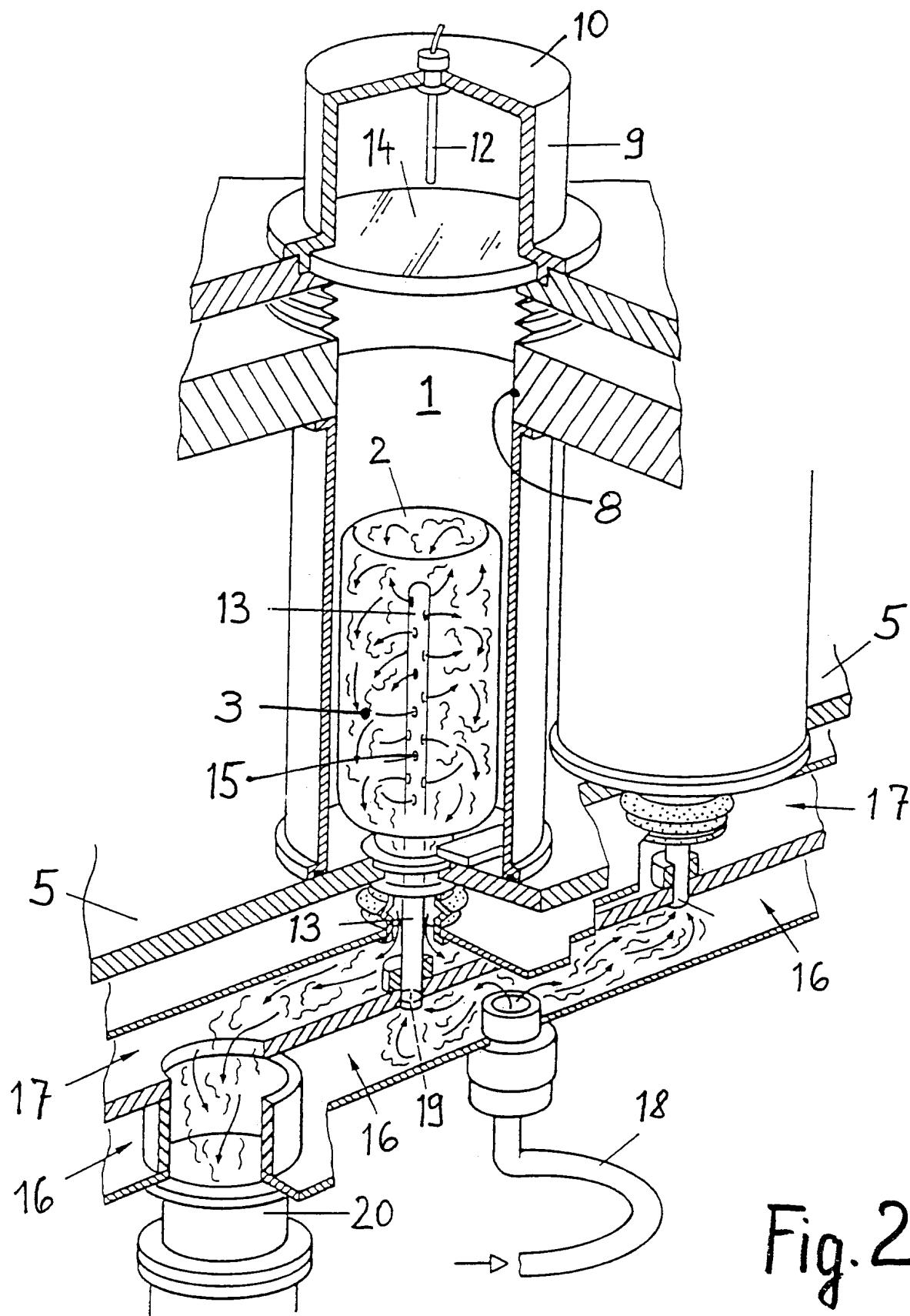
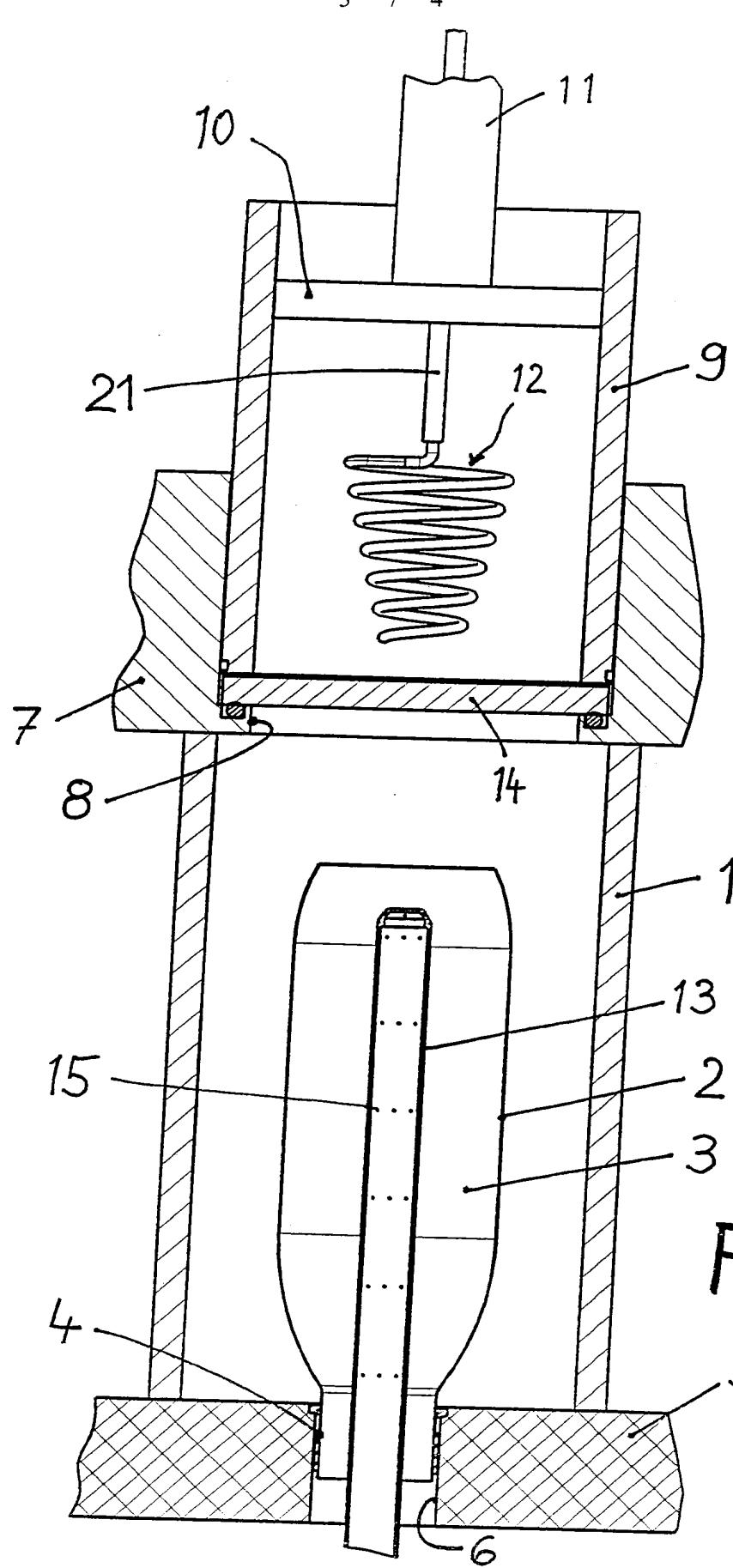


Fig. 2



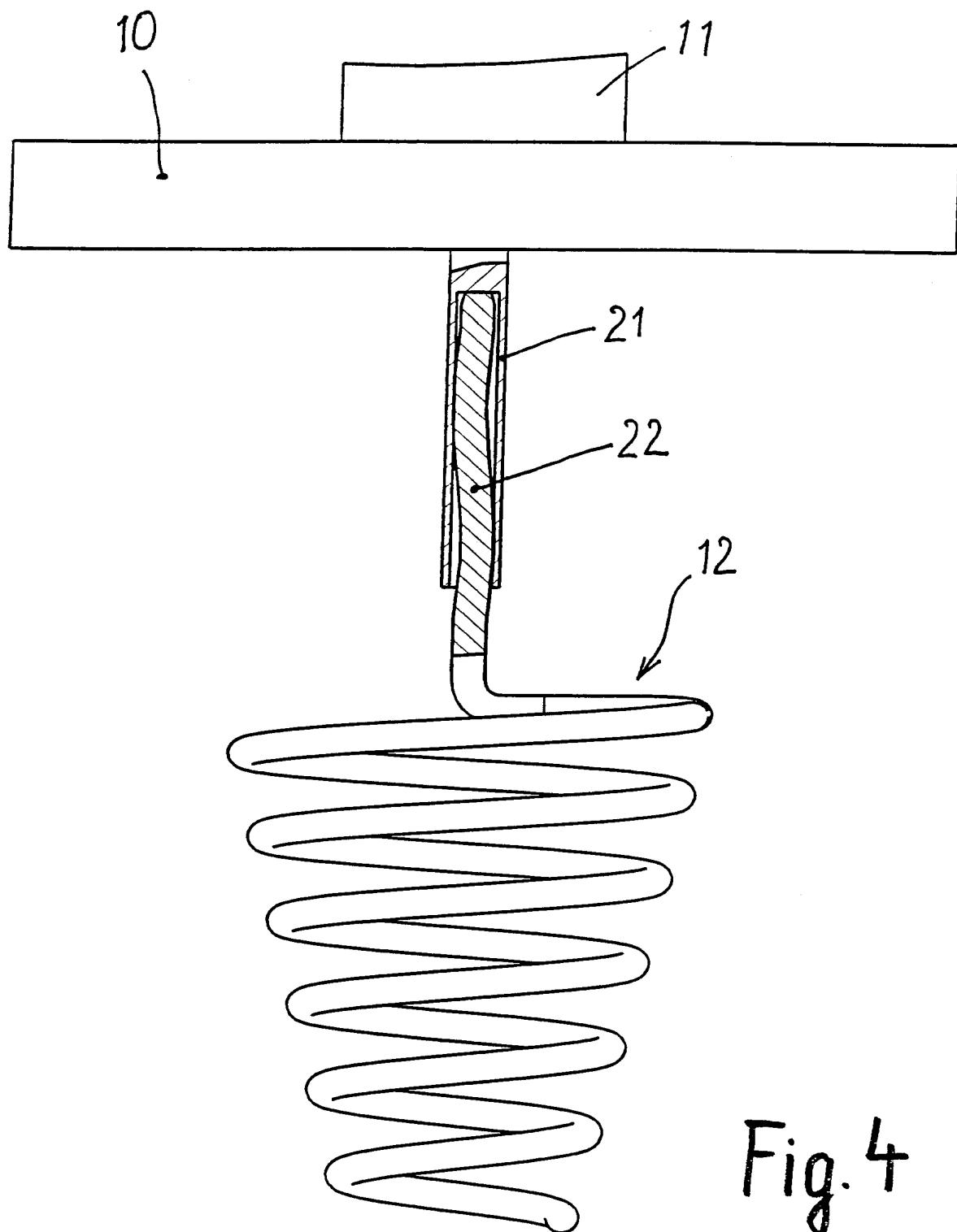


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/EP 00/12770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT
--

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99 17334 A (LAURENT JACQUES ;TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE (CH)) 8 April 1999 (1999-04-08) page 5, line 6 -page 6, line 24; figures 1,2 ---	1,4,5
A	US 4 434 742 A (FAVENNEC JEAN L ET AL) 6 March 1984 (1984-03-06) abstract; figure 1 ---	1,4
A	WO 97 44503 A (HUSSON MICHEL ;FAYET PIERRE (CH); TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE () 27 November 1997 (1997-11-27) abstract; figures ---	1 -/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
---	--

15 May 2001

22/05/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schaub, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/12770

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 39 612 A (MITSUBISHI ELECTRIC ENG ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 12 August 1999 (1999-08-12) column 9, line 66 -column 10, line 10; figure 4 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/12770

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
WO 9917334	A 08-04-1999	AU 9180598	A 23-04-1999	BR 9812701	A 22-08-2000
		CN 1280705	T 17-01-2001	EP 1019944	A 19-07-2000
		NO 20001654	A 30-05-2000	PL 339616	A 02-01-2001
US 4434742	A 06-03-1984	FR 2514033	A 08-04-1983	DE 3235868	A 21-04-1983
		GB 2106939	A, B 20-04-1983	JP 58070833	A 27-04-1983
WO 9744503	A 27-11-1997	AU 2648297	A 09-12-1997	EP 0907761	A 14-04-1999
		JP 2000510910	T 22-08-2000		
DE 19839612	A 12-08-1999	JP 11214196	A 06-08-1999	US 6109208	A 29-08-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/12770

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01J37/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 99 17334 A (LAURENT JACQUES ;TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE (CH)) 8. April 1999 (1999-04-08) Seite 5, Zeile 6 -Seite 6, Zeile 24; Abbildungen 1,2 ---	1,4,5
A	US 4 434 742 A (FAVENNEC JEAN L ET AL) 6. März 1984 (1984-03-06) Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	1,4
A	WO 97 44503 A (HUSSON MICHEL ;FAYET PIERRE (CH); TETRA LAVAL HOLDINGS & FINANCE () 27. November 1997 (1997-11-27) Zusammenfassung; Abbildungen ---	1 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15. Mai 2001

22/05/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schaub, G

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 198 39 612 A (MITSUBISHI ELECTRIC ENG ;MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)) 12. August 1999 (1999-08-12) Spalte 9, Zeile 66 -Spalte 10, Zeile 10; Abbildung 4 -----	3

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/12770

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie			Datum der Veröffentlichung
WO 9917334 A	08-04-1999	AU	9180598 A		23-04-1999
		BR	9812701 A		22-08-2000
		CN	1280705 T		17-01-2001
		EP	1019944 A		19-07-2000
		NO	20001654 A		30-05-2000
		PL	339616 A		02-01-2001
US 4434742 A	06-03-1984	FR	2514033 A		08-04-1983
		DE	3235868 A		21-04-1983
		GB	2106939 A, B		20-04-1983
		JP	58070833 A		27-04-1983
WO 9744503 A	27-11-1997	AU	2648297 A		09-12-1997
		EP	0907761 A		14-04-1999
		JP	2000510910 T		22-08-2000
DE 19839612 A	12-08-1999	JP	11214196 A		06-08-1999
		US	6109208 A		29-08-2000